

15.11.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年10月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-366366
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-366366]

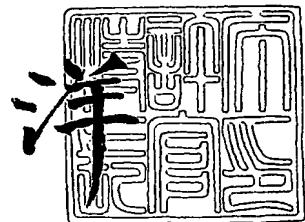
出願人 松下电工株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3117065

【書類名】 特許願
【整理番号】 03P02420
【提出日】 平成15年10月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05B 3/10
G01N 21/00

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1048番地 松下电工株式会社内
【氏名】 ▲濱▼田 長生

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1048番地 松下电工株式会社内
【氏名】 北村 啓明

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1048番地 松下电工株式会社内
【氏名】 福島 博司

【特許出願人】
【識別番号】 000005832
【氏名又は名称】 松下电工株式会社

【代理人】
【識別番号】 100087767
【弁理士】
【氏名又は名称】 西川 恵清
【電話番号】 06-6345-7777

【選任した代理人】
【識別番号】 100085604
【弁理士】
【氏名又は名称】 森 厚夫

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 053420
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9004844

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

発熱体への通電により発熱体を発熱させることで発熱体から赤外線が放射される赤外線放射素子であって、半導体基板の厚み方向の一表面側に半導体基板よりも熱伝導率の小さな断熱層が形成され、断熱層よりも熱伝導率および導電率それぞれが大きな層状の発熱体が断熱層上に形成されてなることを特徴とする赤外線放射素子。

【請求項2】

前記半導体基板がシリコン基板であり、前記断熱層および前記発熱体がそれぞれ多孔質シリコン層からなり、前記発熱体は前記断熱層よりも多孔度の小さな多孔質シリコン層からなることを特徴とする請求項1記載の赤外線放射素子。

【請求項3】

前記発熱体の表面に多数の凹凸が形成されてなることを特徴とする請求項1または請求項2記載の赤外線放射素子。

【請求項4】

前記凹凸は光学的波動効果を有する形状に形成されてなることを特徴とする請求項3記載の赤外線放射素子。

【請求項5】

前記発熱体の表面に外部へ放射する赤外線の波長域を制限する多層膜が積層されてなることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の赤外線放射素子。

【請求項6】

前記半導体基板の厚み方向の他表面に、前記発熱体から前記半導体基板側へ放射された赤外線を前記発熱体側へ反射する反射膜が積層されてなることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の赤外線放射素子。

【請求項7】

赤外放射源から赤外線を所定空間へ放射させて所定空間内の検知対象ガスでの赤外線の吸収を利用して検知対象ガスを検出するガスセンサであって、赤外放射源として請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の赤外線放射素子を備えてなることを特徴とするガスセンサ。

【請求項8】

前記赤外線放射素子の前記発熱体へ印加する電圧により前記発熱体の温度を制御して前記発熱体から放射される赤外線の波長を変化させる波長調整手段を備えてなることを特徴とする請求項7記載のガスセンサ。

【請求項9】

前記発熱体から放射されて前記半導体基板を通過した赤外線を前記所定空間側へ反射する反射部材を備えてなることを特徴とする請求項7または請求項8記載のガスセンサ。

【書類名】明細書

【発明の名称】赤外線放射素子およびそれを用いたガスセンサ

【技術分野】

【0001】

本発明は、赤外線放射素子およびそれを用いたガスセンサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、赤外放射源を利用した各種の分析装置（例えば、赤外線ガス分析計など）が提供されているが、これらの分析装置で用いられている赤外放射源として代表的なものは、ハロゲンランプであって、大型で且つ寿命が比較的短いので、赤外線を利用してガスを検出する小型のガスセンサへの適用は難しい。なお、透光性の気密容器内に放射体としてのフィラメントを収納したハロゲンランプのような赤外放射源においては、フィラメントの形状や放射特性などを工夫することにより小型化を図ったものもあるが、気密容器を必要とするから、小型のガスセンサへの適用は難しいのが現状である。

【0003】

そこで、小型化が可能な赤外放射源として、マイクロマシンニング技術を利用して形成する赤外線放射素子が各所で研究開発されている（例えば、特許文献1、2、3参照）。

【0004】

ここにおいて、上記特許文献1～3には、シリコン基板などをマイクロマシンニング技術により加工して形成した矩形枠状の支持基板の一表面側において2点間に線状の発熱体を架け渡した所謂マイクロブリッジ構造の赤外線放射素子が記載されている。なお、この種のマイクロブリッジ構造の赤外線放射素子は、線状の発熱体への通電に伴うジュール熱により発熱体から赤外線を放射させるものである。

【0005】

ところで、赤外線の吸収を利用してガスを検出するガスセンサにおいて検出精度を高めるためには、赤外線放射素子から放射される赤外線の放射量を安定させ短時間で計測することが望ましく、上述のマイクロブリッジ構造の赤外線放射素子では、支持基板が矩形枠状に形成されており、線状の発熱体の周囲が空気なので、発熱体と発熱体周囲との熱容量差を大きくすることができ、発熱体へ流す電流のオンオフに高速で応答するようになっている。

【特許文献1】特開平9-153640号公報（段落番号【0027】、【0028】、図2参照）

【特許文献2】特開2000-236110号公報（段落番号【0017】、【0018】、【0019】、図1、図2参照）

【特許文献3】特開平10-294165号公報（段落番号【0014】、【0015】、図1参照）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記特許文献1～3に開示された赤外線放射素子では、線状の発熱体の両端に設けたパッド間へ印加する電圧のオンオフに伴う応答速度を向上させるために、発熱体の周囲を空気または真空として発熱体と周囲との熱容量の差を大きくしてあるが、発熱体が線状の形状に形成されており両端部が支持基板に支持されているだけなので、発熱体が破損したり熱により溶断したりして寿命が短くなってしまうことがあった。

【0007】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、従来に比べて長寿命化が可能な赤外線放射素子およびそれを用いたガスセンサを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1の発明は、発熱体への通電により発熱体を発熱させることで発熱体から赤外線

が放射される赤外線放射素子であって、半導体基板の厚み方向の一表面側に半導体基板よりも熱伝導率の小さな断熱層が形成され、断熱層よりも熱伝導率および導電率それぞれが大きな層状の発熱体が断熱層上に形成されてなることを特徴とする。

【0009】

この発明によれば、発熱体が層状に形成されるとともに断熱層全体で支持されているので、従来のように発熱体が線状に形成されている赤外線放射素子に比べて、赤外線の放射量を増加させることができるとともに、長寿命化を図ることができる。

【0010】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記半導体基板がシリコン基板であり、前記断熱層および前記発熱体がそれぞれ多孔質シリコン層からなり、前記発熱体は前記断熱層よりも多孔度の小さな多孔質シリコン層からなることを特徴とする。

【0011】

この発明によれば、前記断熱層および前記発熱体を、前記半導体基板の一部を陽極酸化することにより形成することができる。

【0012】

請求項3の発明は、請求項1または請求項2の発明において、前記発熱体の表面に多数の凹凸が形成されてなることを特徴とする。

【0013】

この発明によれば、前記発熱体の表面から放射される赤外線の放射量を増大させることができ。

【0014】

請求項4の発明は、請求項3の発明は、前記凹凸は光学的波動効果を有する形状に形成されてなることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、光学的波動効果により赤外線の放射量を増加させることができる。

【0016】

請求項5の発明は、請求項1ないし請求項4の発明において、前記発熱体の表面に外部へ放射する赤外線の波長域を制限する多層膜が積層されてなることを特徴とする。

【0017】

この発明によれば、特定波長域の赤外線のみを外部へ放射させることができ。

【0018】

請求項6の発明は、請求項1ないし請求項5の発明において、前記半導体基板の厚み方向の他表面に、前記発熱体から前記半導体基板側へ放射された赤外線を前記発熱体側へ反射する反射膜が積層されてなることを特徴とする。

【0019】

この発明によれば、前記発熱体から前記半導体基板側へ放射された赤外線を反射膜により前記発熱体側へ反射させることができるので、前記発熱体の表面側へ放射される赤外線の放射量を増大させることができる。

【0020】

請求項7の発明は、赤外放射源から赤外線を所定空間へ放射させて所定空間内の検知対象ガスでの赤外線の吸収を利用して検知対象ガスを検出するガスセンサであって、赤外放射源として請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載の赤外線放射素子を備えてなることを特徴とする。

【0021】

この発明によれば、赤外放射源の長寿命化を図ることができてガスセンサの長寿命化を図れる。

【0022】

請求項8の発明は、請求項7の発明において、前記赤外線放射素子の前記発熱体へ印加する電圧により前記発熱体の温度を制御して前記発熱体から放射される赤外線の波長を変化させる波長調整手段を備えてなることを特徴とする。

【0023】

この発明によれば、前記発熱体から放射される赤外線の波長を調整することができ、より多くのガスを検知対象ガスとすることが可能となる。

【0024】

請求項9の発明は、請求項7または請求項8の発明において、前記発熱体から放射されて前記半導体基板を通過した赤外線を前記所定空間側へ反射する反射部材を備えてなることを特徴とする。

【0025】

この発明によれば、前記発熱体から放射されて前記半導体基板を通過した赤外線が反射部材により前記所定空間側へ反射されるので、反射部材を備えていない場合に比べて前記所定空間への赤外線の放射量を増加させることができる。

【発明の効果】

【0026】

請求項1ないし請求項6の発明では、発熱体が層状に形成されるとともに断熱層全体で支持されているので、従来のように発熱体が線状に形成されている赤外線放射素子に比べて、赤外線の放射量を増加させることができるとともに、長寿命化を図ることができるという効果がある。

【0027】

請求項7ないし請求項9の発明では、赤外放射源の長寿命化を図ることができてガスセンサの長寿命化を図れるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

(実施形態1)

以下、本実施形態の赤外線放射素子Aについて図1を参照しながら説明する。

【0029】

本実施形態の赤外線放射素子Aは、発熱体3への通電により発熱体3を発熱させることで発熱体3から赤外線が放射される赤外線放射素子であって、図1に示すように、半導体で発熱体3から半導体基板1よりも熱伝導率が十分に小さな断熱層2が基板1の厚み方向の一表面側に半導体基板1よりも熱伝導率および導電率それが大きな層状の発熱体3が断熱層2よりも熱伝導率および導電率それが大きな層状の発熱体3が断熱層2上に形成され、発熱体3上に通電用の一対のパッド(電極)4, 4が形成されている。

【0030】

ここにおいて、断熱層2および発熱体3は、互いに多孔度の異なる多孔質シリコン層により構成されており、発熱体3は、断熱層2よりも多孔度の小さな多孔質シリコン層により構成されている。言い換えれば、断熱層2は、発熱体3よりも多孔度が大きな多孔質シリコン層により構成されており、層の全容積の中で微細孔の占める容積の割合が発熱体3よりも高くなっている。また、各パッド4, 4は金属材料(例えば、金など)により形成されている。

【0031】

ところで、本実施形態では、半導体基板1として単結晶のシリコン基板を用いており、断熱層2を多孔度が約70%の多孔質シリコン層により構成するとともに、発熱体3を多孔度が約40%の多孔質シリコン層により構成しているので、半導体基板1の一部をフッ化水素水溶液中で陽極酸化することにより断熱層2および発熱体3となる各多孔質シリコン層を形成することができる。ここに、断熱層2と発熱体3とで陽極酸化処理の条件を適宜変化させることにより、断熱層2と発熱体3とを連続的に形成することができる。本実施形態の赤外線放射素子Aでは、半導体基板1の厚さを625μm、断熱層2の厚さを50μm、発熱体3の厚さを1μm、パッド4の厚さを0.1μmとしてあるが、これらの厚さは一例であって特に限定するものではない。

【0032】

なお、多孔質シリコン層は、多孔度が高くなるにつれて熱伝導率および熱容量が小さくなり、例えば、熱伝導率が168[W/(m·K)]、熱容量が1.67×10⁶[J/

($m^3 \cdot K$)] の単結晶のシリコン基板を陽極酸化して形成される多孔度が 60% の多孔質シリコン層は、熱伝導率が 1 [W / (m · K)] 、熱容量が 0.7×10^6 [J / (m³ · K)] である。

【0033】

以上説明した本実施形態の赤外線放射素子 A では、発熱体 3 の熱伝導率および導電率が断熱層 2 よりも大きく、しかも、発熱体 3 が層状に形成されるとともに断熱層 2 全体で支持されているので、従来のように発熱体が線状に形成されている赤外線放射素子に比べて、赤外線の放射量を増加させることができるとともに、長寿命化を図ることができる。また、本実施形態の赤外線放射素子 A は、従来の赤外線放射素子と同様に、応答性に優れている。

【0034】

ところで、発熱体 3 から放射される赤外線のピーク波長 λ は、発熱体 3 の温度に依存し、ピーク波長を λ (μm) 、発熱体 3 の温度を T (K) とすれば、ピーク波長 λ は、 $\lambda = 2898/T$

となる。したがって、本実施形態の赤外線放射素子 A では、図示しない外部電源からパッド 4, 4 間に印加する電圧を調整することにより、発熱体 3 に発生するジュール熱を変化させることができて、発熱体 3 から放射される赤外線のピーク波長 λ を変化させることができ。なお、本実施形態の赤外線放射素子 A では、例えば、一対のパッド 4, 4 間に 300 V 程度の電圧を印加することによりピーク波長 λ が $3 \mu m \sim 4 \mu m$ の赤外線を放射させることができる。

【0035】

また、発熱体 3 の表面に図 2 (a) や図 2 (b) に示すような多数の凹凸を形成すれば、発熱体 3 の表面からの赤外線の放射量を増大させることができる。ここで、図 2 (a) や図 2 (b) に示すような凹凸の形状において、凹部の深さ寸法 H が $\lambda/4$ となるような凹凸を形成すれば、光学的波動効果により赤外線の放射量が増大する。これに対し、凹部の深さ H が $\lambda/4$ よりも比較的大きな凹凸を形成すれば、発熱体 3 の表面積の増大により赤外線の放射量を増大させることができ、しかも、発熱体 3 の表面の凹凸をエッチングなどによって容易に形成することができる。例えば、シリコン基板からなる半導体基板 1 の一部を陽極酸化することにより図 3 (a) に示すように多数の微細孔 3 a を有する多孔質シリコン層 3' を形成することができるが、陽極酸化直後は多孔質構造が露出していないので、陽極酸化直後の多孔質シリコン層 3' の表面側の部分を KOH などを含むアルカリ系溶液によりエッチングすることにより、多孔質構造が露出し且つ深さ寸法が $\lambda/4$ の微細孔 3 a を有する発熱体 3 を形成することができ、光学的波動効果によって赤外線の放射量を増大させることができる。

【0036】

(実施形態 2)

本実施形態の赤外線放射素子 A の構成は実施形態 1 と略同じであり、図 4 に示すように、発熱体 3 の表面に、外部へ放射する赤外線の波長域を制限する多層膜 5 が積層されている点が相違するだけである。すなわち、本実施形態の赤外線放射素子 A では、発熱体 3 における断熱層 2 とは反対側に、特定波長域の赤外線のみを透過させるための多層膜 5 が積層されている。なお、実施形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0037】

しかし、本実施形態の赤外線放射素子 A では、特定波長域の赤外線のみを外部へ放射させ特定波長域以外の波長の赤外線が外部へ放射されるのを抑制することが可能となる。

【0038】

(実施形態 3)

本実施形態の赤外線放射素子 A の構成は実施形態 1 と略同じであり、図 5 に示すように、半導体基板 1 の厚み方向の他表面 (図 5 における下面) に、発熱体 3 から半導体基板 1 へ放射された赤外線を発熱体 3 側へ反射する多層膜からなる反射膜 6 が積層されている

点、半導体基板 1 に空洞部 1 b が形成されている点などが相違する。ここに、空洞部 1 b 内の媒質は空気となっている。なお、実施形態 1 と同様の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0039】

しかし、本実施形態の赤外線放射素子 A では、発熱体 3 から半導体基板 1 側へ放射された赤外線を反射膜 6 により発熱体 3 側へ反射することができる（図 5 中の矢印は発熱体 3 から半導体基板 1 側へ放射された赤外線の伝搬経路の一例を示している）ので、発熱体 3 の表面側へ放射される赤外線の放射量を増大させることができる。なお、本実施形態では、反射膜 6 を多層膜により構成しているが、反射膜 6 は多層膜に限らず赤外線を反射する金属膜により構成してもよいことは勿論である。また、実施形態 2 の赤外線放射素子 A における半導体基板 1 の他表面に反射膜 6 を積層してもよい。

【0040】

（実施形態 4）

本実施形態では、実施形態 1 にて説明した赤外線放射素子 A を赤外放射源として備えたガスセンサについて説明するが、まず、ガスセンサの基本構成について図 6 を参照しながら説明する。

【0041】

ガスセンサは、検知対象ガスが入れられたガス封入ケース 13 と、ガス封入ケース 13 内へ赤外線を放射する赤外放射源 11 と、ガス封入ケース 13 内を透過した赤外線を受光する受光素子 12 と、ガス封入ケース 13 内において対向するように配置され赤外放射源 1 1 からガス封入ケース 13 内へ放射された赤外線が受光素子 12 にて受光されるように赤外線を反射する 2 つの反射鏡 14, 15 と、赤外放射源 11 の出力（放射量、放射時間など）を制御するとともに受光素子 12 の出力に基づいてガス濃度を演算する制御回路（図示せず）と、制御回路により求められたガス濃度を表示する表示手段（図示せず）とを備えており、検知対象ガスの分子構造から決定する吸収波長の赤外線の吸光度を計測することにより、検知対象ガスの濃度を計測するものである。すなわち、制御回路は、吸光度に基づいてガス濃度を決定する。

【0042】

本実施形態のガスセンサでは、上述の赤外放射源 11 として実施形態 1 にて説明した赤外線放射素子 A を用いている点に特徴がある。なお、本実施形態では、ガス封入ケース 13 の内部空間が、所定空間を構成している。

【0043】

しかし、本実施形態のガスセンサでは、赤外放射源 11 の長寿命化を図ることができてセンサ全体の長寿命化を図ることができる。また、赤外線放射素子 A は応答性が優れているので、所定空間への放射量が所定量に到達するまでの時間が短くなり、受光素子 12 で濃度に対応した正確な信号を出力できるようになる。また、制御回路に、発熱体 3 へ印加する電圧により発熱体 3 の温度を制御して発熱体 3 から放射される赤外線の波長を変化させる波長調整手段を設けておけば、発熱体 3 から放射される赤外線の波長を調整することができ、より多種類のガスの濃度を計測することが可能となる。

【0044】

なお、図 7 に示すように、発熱体 3 から放射されて半導体基板 1 を通過した赤外線を所定空間側へ反射する金属製の椀状の反射板（反射鏡） 16 を配置しておけば、反射板 16 を配置していない場合に比べて所定空間への赤外線の放射量を増加させることができる。なお、本実施形態では、反射板 16 が、発熱体 3 から放射されて半導体基板 1 を通過した赤外線を所定空間側へ反射する反射部材を構成している。また、図 7 中の矢印は半導体基板 1 を透過した赤外線の空気中での伝搬経路を示している。

【0045】

ところで、本実施形態では赤外放射源 11 として実施形態 1 にて説明した赤外線放射素子 A を用いているが、実施形態 2 或いは実施形態 3 にて説明した赤外線放射素子 A を用いてよいことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0046】

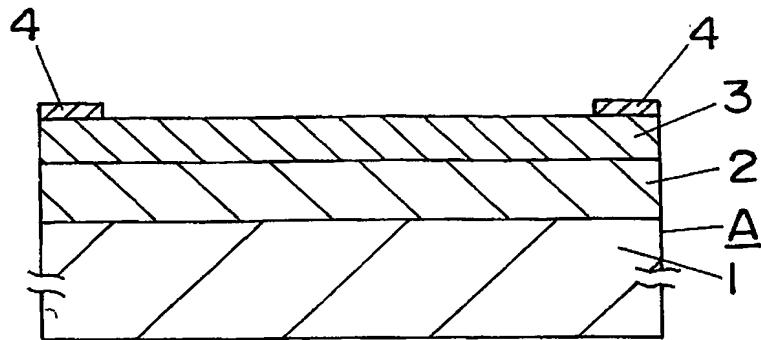
- 【図1】実施形態1における赤外線放射素子の概略断面図である。
- 【図2】同上の他の構成例の要部概略断面図である。
- 【図3】同上の別の構成例の製造方法の説明図である。
- 【図4】実施形態2における赤外線放射素子の概略断面図である。
- 【図5】実施形態3における赤外線放射素子の概略断面図である。
- 【図6】実施形態4におけるガスセンサの基本構成図である。
- 【図7】同上の他の構成例の要部概略断面図である。

【符号の説明】

【0047】

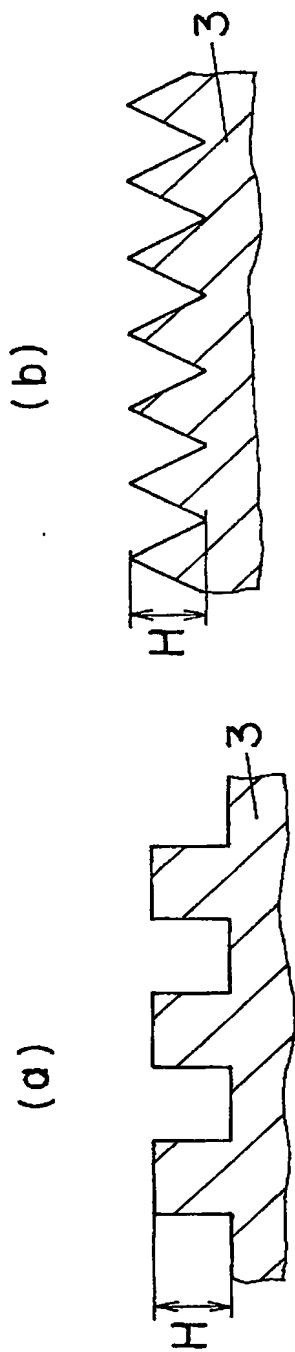
- A 赤外線放射素子
- 1 半導体基板
- 2 断熱層
- 3 発熱体
- 4 パッド

【書類名】 図面
【図 1】

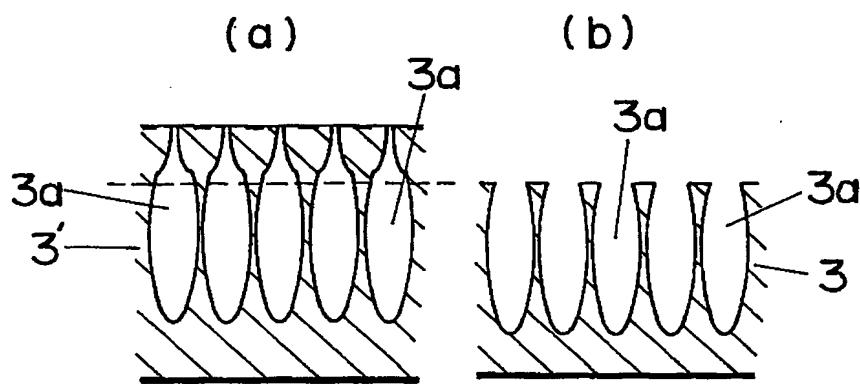


- A 赤外線放射素子
- 1 半導体基板
- 2 断熱層
- 3 発熱体
- 4 パッド

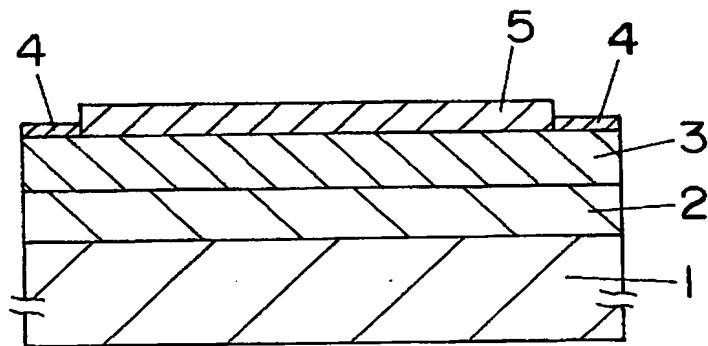
【図2】



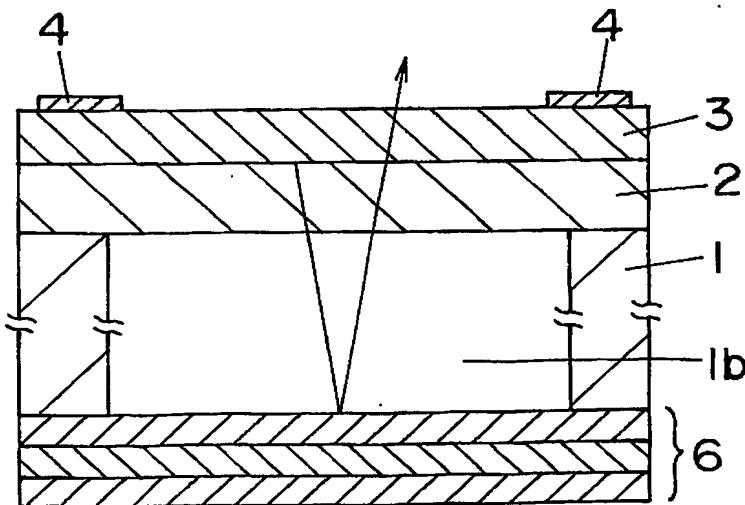
【図3】



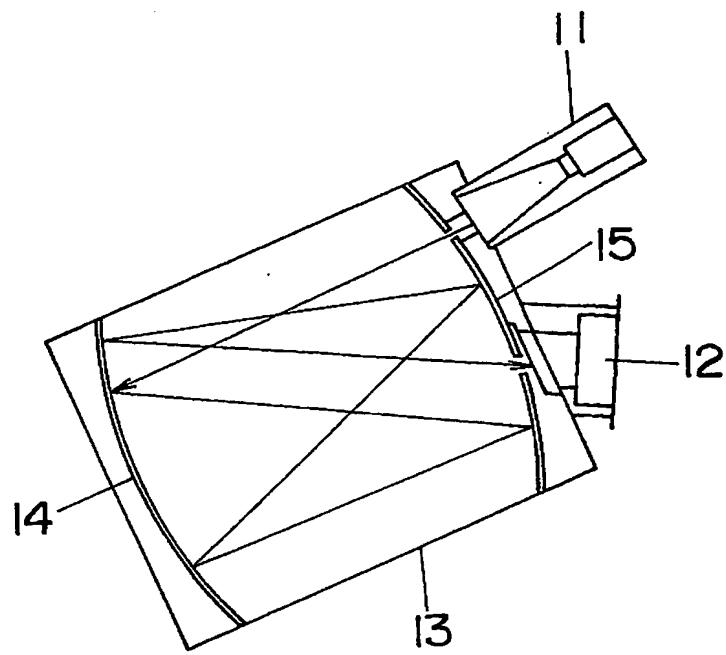
【図4】



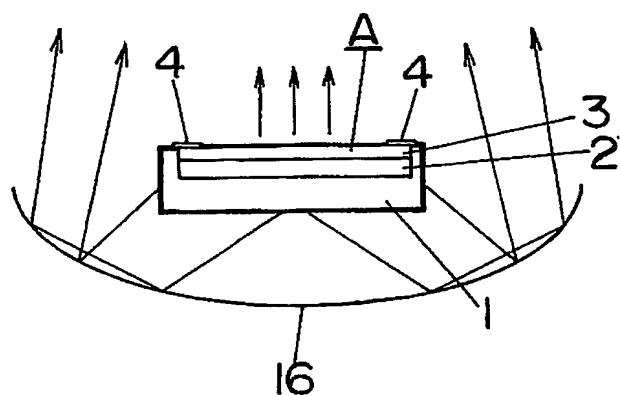
【図5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】従来に比べて長寿命化が可能な赤外線放射素子およびそれを用いたガスセンサを提供する。

【解決手段】赤外線放射素子Aは、半導体基板1の厚み方向の一表面側に半導体基板1よりも熱伝導率が十分に小さな断熱層2が形成され、断熱層2よりも熱伝導率および導電率それぞれが大きな層状の発熱体3が断熱層2上に形成され、発熱体3上に通電用の一対のパッド4, 4が形成されている。ここにおいて、半導体基板1はシリコン基板により構成している。また、断熱層2および発熱体3は、互いに多孔度の異なる多孔質シリコン層により構成し、発熱体3は、断熱層2よりも多孔度の小さな多孔質シリコン層により構成している。このような赤外線放射素子Aをガスセンサにおける赤外放射源として用いることで赤外放射源の長寿命化を図れる。

【選択図】 図1

特願 2003-366366

出願人履歴情報

識別番号 [000005832]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府門真市大字門真1048番地
氏名 松下電工株式会社